

А. Ф. БЕЛОУСОВ

**О ПЕРВИЧНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ХИМИЗМА
ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫХ БАЗАЛЬТОИДОВ**

(Представлено академиком Ю. А. Кузнецовым 4 VI 1969)

До сих пор дискуссионен вопрос об особенностях первичного состава палеотипных геосинклинальных эффузивов, в том числе преобладающей их группы — базальтоидной. Для последней не вполне ясно соотношение первичного химизма с базальтоидами современных архипелаговых морей в районах островных дуг, хотя некоторые авторы полагают, что те и другие близко родственны по составу и образуют некоторый единый класс базальтоидов подвижных поясов, резко противостоящий базальтоидам устойчивых областей.

Так как региональные зеленокаменные изменения масс базальтоидов в геосинклинальных толщах сопровождаются общей потерей кальция (возможно, также калия) и присоединением натрия, эти компоненты и связанные с ними нормативные петрохимические характеристики мало пригодны для оценки особенностей первичного химизма. Из более стабильных элементов в этом отношении прежде всего интересны Si, Al и Ti, которые в породах входят полностью или в основном в прочные и мало подвижные анионные группировки. После пересчета содержаний на силикатную массу породы (без летучих) палеотипные породы могут быть сопоставлены по этим стабильным компонентам с кайнотипными.

Нами проведено сопоставление распределений SiO_2 , Al_2O_3 и TiO_2 для базальтоидной группы лав нескольких вулканических провинций Азии. Рассматриваются древние эвгеосинклинальные провинции Урала (ордовик — девон, по материалам Д. С. Штейнберга и М. В. Ереминой), Центрального Казахстана (рифей — силур (^{3, 4, 6})), Горного Алтая, Салаира и Горной Шории (рифей — нижний ордовик, по данным А. Ф. Белоусова и др.), Кузнецкого Алатау (рифей — нижний ордовик, по материалам А. Ф. Белоусова и др.), Западного Саяна и Тувы (кембрий — (^{2, 8}), а также материалы Г. М. Владимирского, Б. Н. Лапина и др.). Рассматриваемые древние вулканические образования относятся к геосинклинальному этапу развития провинций (обстановка преобладания погружений), и только небольшая часть среди них может считаться раннеорогенной (вблизи момента общей инверсии, но до внедрения батолитовых гранитоидов).

Базальтоидные лавы кайнозойских подвижных поясов представлены третичной ассоциацией Камчатки и Курил (⁷), и четвертичными ассоциациями Камчатки (⁷), Курил (⁷) и Индонезии (¹⁰).

В выборки вошли базальтоидные лавы из чисто базальтоидных комплексов и из сложных комплексов базальтоидно-кислого и (редко) базальтоидно-щелочносалического состава. При выделении пород базальтоидной группы из сложных комплексов использованы соображения, изложенные в статье (¹). В качестве отправного момента при этом использовано явление резкой статистической неоднородности (бимодальность) распределения составов, позволяющее считать, что каждый такой сложный комплекс состоит из двух совмещенных, но автономных по своей природе породных групп — базальтоидной и салической.

Отбраковка пород салической группы от базальтоидной удавалась без затруднений в случае резкого минимума (разрыва) в ряду пород (выбор-

ке) по тому или иному петрохимическому показателю, подбираемому эмпирически. При менее резком минимуме между базальтоидными и салическими породами (по лучшему из подобранных показателей) или при ма-

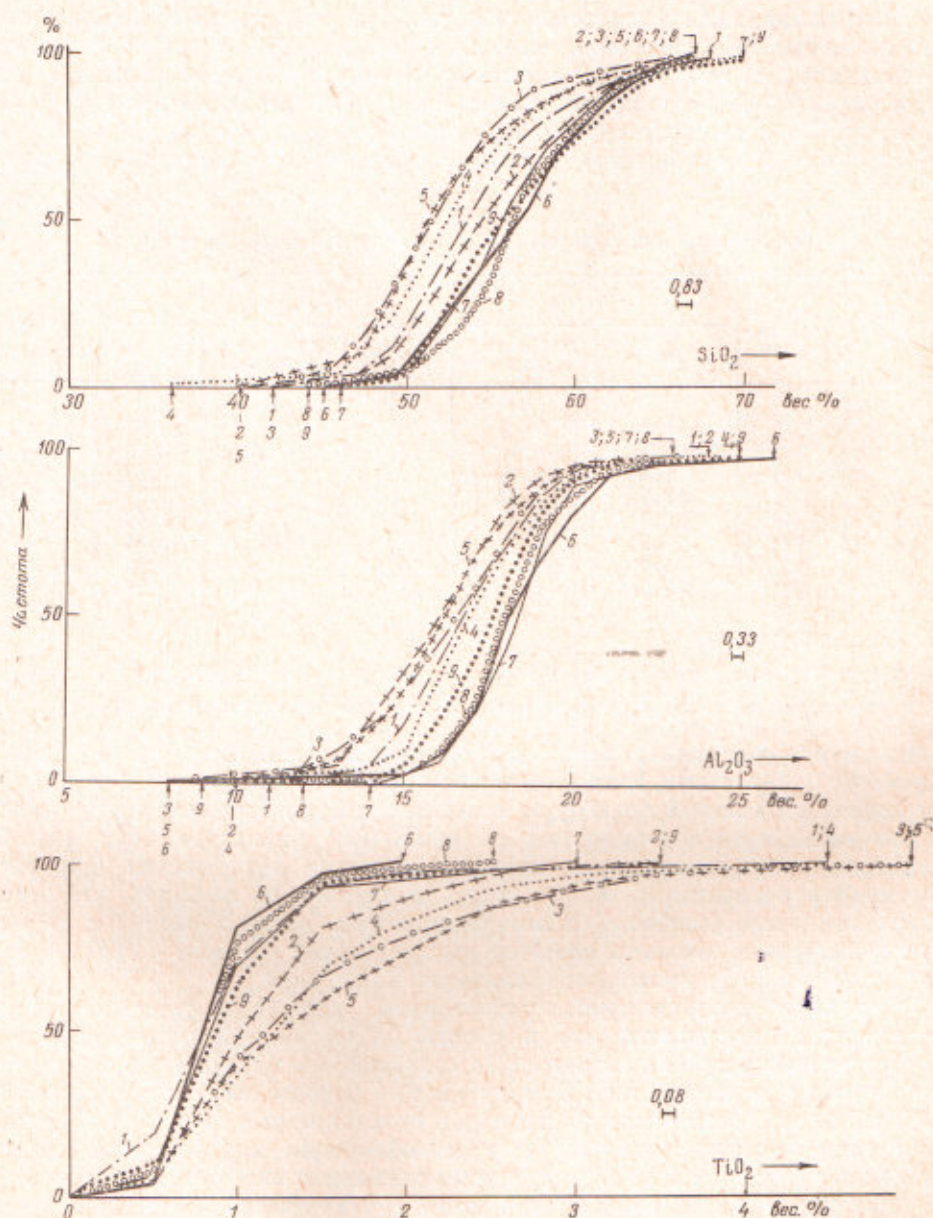


Рис. 1. Кумуляты распределения содержаний SiO_2 , Al_2O_3 и TiO_2 в лавах базальтоидной группы. 1 — Урал, 2 — Центральный Казахстан, 3 — Горный Алтай, Салаирский край и Горная Шория, 4 — Кузнецкий Алатау, 5 — Западный Саян и Тува, 6 — Камчатка и Курилы (третичные), 7 — Индонезия, 8 — Курилы (четвертичные), 9 — Камчатка (четвертичные). Горизонтальными отрезками показана в масштабе ширина половины 99% доверительного интервала средних для базальтоидных лав Индонезии

лой численности салических пород в выборке (когда минимум не выражен) отбраковывались сначала типично салические разности — риолитовые, трахитовые. Затем обращалось внимание на специфические особенности их химизма, местные особенности петрографического состава и

структуры, местоположение и геологическое отношение к другим породам (при наличии соответствующей информации в источнике). С учетом всех этих признаков из числа «промежуточных» пород отбраковывались разновидности, тяготеющие ближе к сапической, чем к базальтоидной группе данной ассоциации. Из базальтоидной группы не исключались подчиненные базальтоидам субкислые породы, если собственно кислые разности отсутствуют, а субкислые не обнаруживают никаких признаков отрыва от базальтоидов данной ассоциации по составу и образуют с ними единые тела. В состав базальтоидной группы не включались в некоторых случаях лейкобазальтоиды, подчиненные кислым породам и находящиеся с послед-

Таблица 1

Оценки средних содержаний и наличие различий по средним*

№ выборки	Численность выборок	SiO ₂		Al ₂ O ₃		TiO ₂	
		среднее	№№ отлич. выборок**	среднее	№№ отлич. выборок	среднее	№№ отлич. в выборке
1	375	54,0	3; 5—9	16,8	2; 5—9	0,87	2—5
2	201	54,8	3—6; 8	16,0	1; 4; 6—9	1,16	1; 3—9
3	337	51,8	1; 2; 6—9	16,3	6—9	1,42	1; 2; 6—9
4	338	53,0	2; 6—9	17,0	2; 5—8	1,33	1; 2; 6—9
5	248	52,3	1; 2; 6—9	16,1	1; 4; 6—9	1,46	1; 2; 6—9
6	192	57,5	1—5	18,3	1—5; 9	0,84	2—5
7	170	56,0	1; 3—5	18,1	1—5	0,92	2—5
8	287	56,6	1—5	18,1	1—5	0,86	2—5
9	55	56,2	1; 3—5	17,5	2—6	0,92	2—5

* Номера выборок — согласно обозначениям на рис. 1; доверительный уровень различий 9%-й.

** Имеются в виду выборки, от среднего которых отличается среднее данной выборки.

ними в отношениях полной непрерывности (например, на вулканах Кракатау в Индонезии, Ичинском и Хангаре на Камчатке).

Задача описанной процедуры состоит в наиболее естественном разделении смешанной совокупности по комплексу признаков, хотя способ, очевидно, не гарантирует от ошибок. Поскольку затруднения при расфасовке относятся к области спада частот, можно полагать, что относительное число ошибочно классифицируемых пород невелико и не может существенно исказить картины распределения составов в обеих группах, особенно в многочисленной базальтоидной группе.

Кумуляты распределений базальтоидов (рис. 1), полученные после разделения, показывают, что в составе базальтоидной группы осталась некоторая часть субкислых пород (с содержанием 65—70%, т. е. андези-тодацитовых и дацитовых). Эти субкислые породы составляют долю порядка 5% от общей численности пород базальтоидной группы, не превышая доли, которая считается правдоподобной для внутриформационных субкислых фракционатов базальтоидных расплавов.

Большие объемы выборок упрощают статистическое сравнение уровней содержания компонентов, поскольку выборочные средние в этом случае распределяются приблизительно нормально при любой форме распределения вариант.

В табл. 1 приведены выборочные средние для базальтоидной группы по провинциям. На рис. 1 обозначены размеры половины доверительного интервала средних для наименьшей выборки — лав Индонезии. Величины соответствующих интервалов для всех остальных выборок меньше указанных. В табл. 1 перечислены значимые попарные различия средних.

Прежде всего видно, что базальтоиды кайнозойских ассоциаций Индонезии, Курил и Камчатки уклоняются от базальтоидов древних ассоциаций более высокими содержаниями SiO₂ и Al₂O₃ и меньшими — TiO₂ (кро-

ме Урала). Следовательно, базальтоиды островных систем юга и востока Азии не являются петрохимическими эквивалентами или слишком близкими аналогами взятых геосинклинальных ассоциаций, отличаясь в целом резким плагриобазальтоидным уклоном. Центры распределения составов базальтоидов юных ассоциаций попадают на интервал андезитобазальтов (52—57,2% SiO₂ по шкале Ф. Ю. Левинсон-Лессинга), и базальты среди них, по той же шкале, составляют меньшинство (среди четвертичных базальтоидов Индонезии 27 из 170, или $15,9 \pm 7,2\%$, Камчатки 119 из 555, или $21,4 \pm 4,5\%$, Курил 41 из 287, или $14,3 \pm 5,3\%$, среди третичных базальтоидов Камчатки и Курил 41 из 192, или $21,3 \pm 7,6\%$ на генеральную совокупность; пределы долей рассчитаны для 99% доверительного уровня). Но уже в ближайшей по содержанию SiO₂ ассоциации геосинклинальных базальтоидов Казахстана доли базальтовых и лейкобазальтоидных пород не различаются, а в районе Алтае-Саян преобладание переходит к базальтам.

Из полученных оценок следует, что ассоциации геосинклинальных базальтоидов весьма гетерогенны по средним уровням содержаний. В принципе, очевидно, некоторые геосинклинальные ассоциации могут как угодно приближаться по средним к составу базальтоидов юных подвижных поясов. В нашем случае ближе всего к последним по SiO₂ и TiO₂ стоят геосинклинальные базальтоиды Урала и Центрального Казахстана, резко отличающиеся, однако, меньшим содержанием Al₂O₃.

Высокая глиноземистость кайнозойских базальтоидов Индонезии, Камчатки и Курил — это, по-видимому, особенность зоны всего юного Индонезийско-Тихоокеанского вулканического обрамления Азии, намеченная ранее в других районах Тихоокеанского кольца (5, 9).

Противоречивый в значительной мере характер выявленных различий между провинциями говорит о том, что уровни содержаний алюминия и титана в базальтоидах не имеют сильной стохастической и тем более однозначной связи с кремнеземом и друг с другом. Поэтому все эти элементы важны как самостоятельные сравнительные показатели химизма базальтоидных ассоциаций.

Увеличение SiO₂ в базальтоидах в общем равнозначно уменьшению базитовости, а увеличение TiO₂ — ее повышению. Уместна поэтому постановка вопроса о том, что направленная тенденция изменения составов в ряду провинций Алтае-Саянская область — Центральный Казахстан и Урал — кайнозойский околосредиземноморский подвижный пояс юго-востока Азии отражает, с одной стороны, возрастающую степень дифференцированности субстратов верхней мантии на уровнях магмообразования, а с другой — все более отдаленную связь непосредственных источников силикатного вещества базальтоидных магм с ультраосновной частью субстрата и возможными первоначальными (протобазальтоидными) выплавками из нее.

Институт геологии и геофизики
Сибирского отделения Академии наук СССР
Новосибирск

Поступило
13 V 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Ф. Белоусов, Геология и геофизика, № 5 (1967). ² В. Б. Велицкий, Кембрийский вулканизм Западного Саяна, 1968. ³ Вулканогенные формации северной части Центрального Казахстана, Алма-Ата, 1965. ⁴ Геология и рудоносность вулканогенных формаций Казахстана, Алма-Ата, 1966. ⁵ А. Н. Заварицкий, Введение в петрохимию изверженных горных пород, Изд. АН СССР, 1950. ⁶ Ю. И. Ляли, Е. Е. Миллер, Л. Г. Никитина, Вулканогенные формации Чингизского геосинклинария, Алма-Ата, 1964. ⁷ Петрохимия кайнозойской Курило-Камчатской вулканической провинции, «Наука», 1966. ⁸ Г. В. Пинус, Нижнекембрийский вулканизм Тувы, 1961. ⁹ H. Kuno, J. Petrol., 1, 121 (1960). ¹⁰ M. Neumann van Padang, Catalogue of the Active Volcanoes of the World, Pt. I, Indonesia, Rome, 1951.